

Especies de árboles que se utilizan como leña en Guatemala

Tree species used as firewood in Guatemala



La leña de encina proviene del roble encina. Esta leña ofrece una serie de características distintivas que la hacen sobresalir entre otras opciones. Fotografía: construex.gt.

Recibido: 10/01/2024

Aceptado: 11/04/2025

Publicado: 30/09/2025

César Augusto Sandoval García

Doctor en Política y Sociología, Universidad Pontificia de Salamanca

Universidad Rafael Landívar, Investigador del Instituto de Recursos Naturales y Tecnología

Resumen

La situación del uso de la leña como dendroenergético es preocupante en Guatemala. Sin embargo, no se hacen esfuerzos que conduzcan a atender esta problemática en el área rural y periurbana de nuestro país. Existen estudios que demuestran cómo el consumo de leña está degradando los remanentes de bosque natural que aún se conservan en Guatemala. El Inventario Forestal Nacional 2002-2003 (FAO, 2004), presenta una exhaustiva lista de especies con potencial para su uso como leña a nivel rural, lo cual es un claro indicio de que su utilización no se da por preferencias, sino más bien por disponibilidad y acceso. Este estudio se propone establecer las especies que se demandan dentro del comercio en cada una de las regiones forestales de Guatemala. Sólo existen expresiones que abordan el tema del comercio a nivel local, pero poco a nivel nacional. El estudio identifica la preferencia de especies de árboles para su uso energético en diferentes regiones de Guatemala y la oferta de especies que se tiene dentro del mercado proveniente del aprovechamiento de leña controlada. Se formulan recomendaciones para el diseño de mecanismos de promoción e incentivos que permitan establecer bosques energéticos de acuerdo con cada región forestal de Guatemala.

Palabras clave

Degradación, bosques, árboles, especies, leña.

Abstrac

The situation regarding the use of firewood as forest energy is worrying in Guatemala. However, no efforts are being made to address this problem in rural and peri-urban areas of our country. Studies have demonstrated how firewood consumption is degrading the remnants of natural forests that still exist in Guatemala. The 2002-2003 National Forest Inventory (FAO, 2004) provides a comprehensive list of species with potential for use as fuelwood in rural areas, which is a clear indication that its use is not based on preference, but rather on availability and access. The objective of this study is to identify the species that are in demand in the trade in each of Guatemala's forest regions. There are some references that address the issue of trade at the local level, but very few at the national level. The study identifies the tree species preferred for energy use in different regions of Guatemala and the supply of species available on the market from controlled firewood collection. Recommendations are made for the design of promotion mechanisms and incentives to enable the establishment of energy forests in accordance with each forest region of Guatemala.

Keywords

Degradation, forests, trees, species, firewood.

Siglas y abreviaturas

BANGUAT	Banco de Guatemala
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
ENCOVI	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
FAO	Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IARNA	Instituto de Ciencias Naturales y Tecnología
INCYT	Instituto de Investigación sobre Ciencia y Tecnología
INAB	Instituto Nacional de Bosques
KBEP	Miles de barriles equivalentes de petróleo
PCN	Poder Calorífico Neto
SAFS	Sistemas Agroforestales
SIFGUA	Sistema de Información Forestal de Guatemala
RFPMCA	Área Protegida Reserva Forestal Protectora de Manantiales «Cordillera Alux»
URL	Universidad Rafael Landívar

1. Introducción

Existe limitada información sobre el consumo de leña a nivel mundial, estadísticas de la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO) reportan que para el año 2020, este podría estar próximo a los 1.9 millones de m³ (de Bedia, et al., s. f.), en lo referente al consumo total proyectado de leña a nivel nacional se estimó, que para el año 2016, podría estar alrededor de 31.5 millones de m³/año (Alvarado et al., 2016).

En la actualidad no existe conocimiento claro y compilado de la utilización de especies para leña a nivel regional, mucho menos a nivel nacional, se infiere que el área geográfica determina el uso de algunas especies para la producción de biomasa (leña) y por consiguiente para su uso como energético.

Una primera orientación al respecto lo constituye la Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024, que se planteó como meta fortalecer la oferta, mediante el establecimiento y manejo «de al menos 48,000 hectáreas de plantaciones y sistemas agroforestales...con una producción sostenible de 1.2 millones de metros cúbicos de leña cada año, para abastecer a la población» (INAB, 2015).

Así mismo, apoyar a la demanda a través de «promover tecnologías apropiadas para el uso

eficiente de la leña, mediante asistencia técnica y financiera para establecer y supervisar el funcionamiento de 100,000 estufas mejoradas» (INAB, 2015). La estrategia de leña que fenece el presente año no ha sido evaluada, y por lo tanto se desconoce si se cumplieron o no las metas planteadas en el año 2013.

Otro documento que puede orientar la discusión relacionada con lineamientos de política pública para abordar la problemática del consumo de leña como energético es la Guía Técnica de las Especies Forestales más Utilizadas para la Producción de Leña en Guatemala (INAB, FAO/FFF, 2016). Ésta se publicó con el objetivo de proporcionar «conocimiento básico en torno a la importancia y valor que tienen las especies forestales con potencial energético» ...así como de facilitar ... «información básica de las especies utilizadas para leña y su contribución en la eficiencia energética».

Otra herramienta disponible para determinar qué especies se pueden promover para la producción de biomasa como energético lo constituye la Guía Técnica de Especies Forestales Nativas para la Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala (INAB, 2023), que brinda información para la selección de especies forestales nativas con el objetivo de la restauración del paisaje forestal.

Dentro de este estudio se determinó la preferencia de especies de árboles para su

uso energético en Guatemala y, a partir de ello, otorgar recomendaciones para su promoción e incentivos para su producción de acuerdo con las regiones forestales del INAB. De forma específica se identificaron las especies de árboles que se consumen como energéticos en Guatemala, según cada una de las regiones forestales del INAB y algunas características del mercado. Las preguntas del estudio fueron: ¿Cuáles son las especies de mayor preferencia según las diferentes regiones de Guatemala? ¿Qué características predominan en el mercado de la leña en Guatemala? Para responder si la preferencia de árboles para su uso energético está definida según el acceso y la disponibilidad, y no así, por las características dendroenergéticas de los árboles que se utilizan como leña.

2. Marco teórico

La dendroenergía «es toda la energía obtenida a partir de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y secundarios derivados de los bosques, árboles y otra vegetación de terrenos forestales. Tal y como está definido no incluye solo la madera, sino todo aquel recurso que se obtiene del bosque para la producción de energía. La dendroenergía es la energía producida tras la combustión de combustibles de madera como leña, carbón vegetal, pellets, briquetas, etc., y corresponde

al poder calorífico neto (PCN) del combustible» (Dendroenergía, 2024).

Según la FAO (2024) más de 2,000 millones de personas dependen de la dendroenergía para cocinar y/o calentarse, especialmente en los hogares de los países en desarrollo, como Guatemala, que en las áreas rurales representa la única fuente asequible y disponible para la cocción de los alimentos y el calentamiento del hogar.

2.1 Factores que influyen en la producción dendroenergética.

El uso racional y adecuado de la madera como fuente de energía se define por el rápido crecimiento y desarrollo de la especie (Apolinar-Hidalgo, F., Honorato-Salazar, J. Colotl-Hernández, G. 2017), su capacidad de brotar y alguno otro uso alternativo adicional que se le pueda dar a su material vegetal,

raras veces por sus propiedades energéticas. Dentro de las variables energéticas la más usual es el poder calorífico, para evaluar la energía y el potencial energético de la especie, principalmente como leña (Shanavas y Kumar, 2003;¹ Nirmal et al., 2011² citados por Apolinar et al., 2017). Sin embargo, es recomendable adicionar otras características propiamente de la madera como la densidad básica, el contenido de humedad, cenizas, material volátil y carbono fijo para determinar la idoneidad de una madera para su uso como combustible (Nirmal et al., 2011; Sotelo et al., 2012³ citados por Apolinar et al., 2017).

El INAB/FAO/FFF, (2016) en su Guía Técnica de las Especies Forestales más Utilizadas para la Producción de Leña en Guatemala recomienda cuatro características a tomar en consideración para seleccionar una especie para la producción de energía, siendo éstas: la densidad de la madera,⁴ el contenido de humedad, la sanidad de la leña y el valor calorífico de la especie (ver cuadro 1).

1. Shanavas, A. and B. M. Kumar. 2003. Fuelwood characteristics of tree species in homegardens of Kerala, India. *Agroforestry Systems* 58: 1-24.

2. Nirmal, K. J. I., K. Patel, R. N. Kumar and R. Kumar B. 2011. An evaluation of fuelwood properties of some Aravally mountain tree and shrub species of Western India. *Biomass and Bioenergy* 35: 41-414.

3. Sotelo M., C., J. C. Weber, D. A. Silva, C. Andrade, G. I. B. Muñoz, R. A. Garcia and A. Kalinganire. 2012. Effects of region, soil, land use, and terrain type on fuelwood properties of five tree/shrub species in the Sahelian and Sudanian ecozones of Mali. *Annals of Forest Science* 69: 747-756.

4. La densidad promedio de la madera empleado para estadísticas de cuentas ambientales, es equivalente a 0.563586594 t/m3, citado por INAB, IARNA-URL, FAO/GFP. 2012.

Cuadro 1. Características que influyen en los árboles para la producción de energía.

Densidad de la madera	Contenido de humedad	Sanidad de la leña	Valor calorífico
Las maderas con densidad alta son las que mejor calidad y tiempo de combustión presentan. Mientras más densa es una madera, mayor poder calorífico tiene.	El contenido de humedad en la leña no debe sobrepasar del 25%.	No debe tener manchas blancas ni grises producidas por hongos (nunca aparecerán cuando la leña tenga un bajo contenido de humedad y esté bien ventilada).	Energía que se aprovecha en la combustión de la leña.

Fuente: elaboración propia con base en INAB, FAO/FFF, (2016).

El valor calorífico de algunas especies recomendadas para su utilización como leña en Guatemala se presentan en la Guía Técnica de las Especies Forestales más Utilizadas para la Producción de Leña en Guatemala (INAB, FAO/FFF, 2016), las cuales se enlistan en el cuadro 2.

Sin embargo, hay que considerar que este puede variar en función de la clase de leña utilizada, la parte del árbol de la cual proviene (rama o tronco) y contenido de humedad de este (Ponce y García, 2017).

Cuadro 2. Valor calorífico de algunas especies forestales.

No.	Nombre común	Nombre científico	Valor calorífico (Kcal /Kg)
1	Bucut	<i>Cassia grandis</i>	No determinado
2	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	4,950 2
3	Madreado ó Madrecacao	<i>Gliricida sepium</i>	4,900 2
4	Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>	4,047 - 4,572 2
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4,395 2
6	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	4,200 - 4,600 2
7	Aliso ó llamo	<i>Alnus acuminata</i>	4,600
8	Paterna ó Cushin	<i>Inga spp.</i>	4,443
9	Gravilea	<i>Grevillea robusta</i>	No determinado
10	Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>	4,800 2
11	Encino	<i>Quercus spp.</i>	4,000 - 4,050
12	Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	No determinado
13	Laurel de costa	<i>Cordia alliodora</i>	5,415 3
14	Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i>	No determinado
15	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	No determinado

16	Plumajillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	No determinado
17	Subín	<i>Acacia farnesiana</i>	4,800 - 4,900
18	Capulín	<i>Prunus capulí</i>	No determinado
19	Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	4,777 - 6,090
20	Flor amarilla ó Timboque	<i>Tecoma stans</i>	4,674 5
21	Guachipilín	<i>Diphysa robinoides</i>	No determinado
22	Volador	<i>Terminalia oblonga</i>	7,048 6

Fuente: Tomado de INAB, FAO/FFF, 2016.

2.2 Producción de árboles con fines energéticos

La producción de árboles con fines energéticos es por medio de la agroforestería, definida como el sistema de uso de la tierra que combina árboles con cultivos y/o animales domésticos de forma secuencial o simultánea (Budowski, 1993; Mendieta, 2007). Es decir, la combinación en un mismo espacio de terreno de cultivos anuales o perennes, animales de crianza o la combinación de estos sistemas de producción.

El cultivo de árboles con fines energéticos, por lo habitual se realiza por medio de sistemas agroforestales que, a su vez, es la combinación de árboles con cultivos de forma anual, permanente o secuencial. Existen diferentes formas de hacer esta asociación, el INAB, FAO/FFF (2016) recomienda las tecnologías siguientes:

a. Cercos vivos y cortinas rompe - viento. Distanciamiento entre cada árbol de

1 mt. a 2 mt., densidad mínima de 200 a 400 árboles por hectárea. En cortinas rompevientos se debe incluir al menos dos líneas de árboles y dos estratos sembrados idealmente al tresbolillo.

b. Árboles en asocio con cultivos anuales. En este tipo de tecnologías agroforestales los espaciamientos son amplios para permitir en algunos casos la mecanización, pudiéndose observar distanciamientos de 6 mts. a 10 mts. entre cada fila de árboles y una densidad comprendida entre 200 a 555 árboles por hectárea.

c. Árboles en asociación con cultivos perennes. Combinación de árboles con cultivos como: café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao* L.), frutales, cardamomo (*Elettaria cardamomum*), xate (*Chamaedorea* spp.) y pacaya (*Chamaedorea tepejilote*) entre otros; con densidades mínimas de 200 a 300 árboles de uso múltiple por hectárea.

d. Huertos familiares mixtos. Son sistemas intensivos de uso de la tierra que se

encuentran aledaños a las viviendas. Consisten en una mezcla compleja de árboles, arbustos, cultivos perennes y anuales, plantas medicinales, animales, aves y peces. Son sistemas

multiutilitarios, en donde las familias pueden obtener muchos productos para su alimentación, incluyendo leña.



El encino en Guatemala es una de las especies de árbol más diversa en el país por sus usos tanto industrial como de reforestación. Fotografía: aprende.guatemala.com

3. Marco referencial

3.1 La participación de la dendroenergía en el Balance Energético Nacional

Según el INCYT-URL (2018), la energía es «una propiedad de la materia para hacer un trabajo (generar cambios), lo cual va desde la interacción entre moléculas y la transferencia de calor, hasta el movimiento de cuerpos». La segunda parte de este enunciado nos conduce al lejano, pero vigente concepto de que «la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma, o,

como dijo Antoine Lavoisier, padre de la química moderna, ya en el siglo XVIII: “La materia ni se crea ni se destruye, sólo se transforma”» (Aga, R, 26 de julio 2024).

Desde una visión antropocéntrica, la energía tiene numerosos usos; entre ellos puede mencionarse su utilización para la cocción de alimentos y la generación de calor en el hogar, el transporte, la industria y la iluminación de ciudades (INCYT-URL, 2018).

Así mismo, la obtención de la energía proviene de diferentes fuentes, siendo éstas la hidráulica, solar, eólica y los energéticos como la leña, el bagazo de caña; así como los obtenidos después de un proceso de extracción de petróleo, carbón mineral, gas natural o la geoenergía. (Gobierno de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas, 2022).

Para dar seguimiento al comportamiento de la energía, tanto primaria como secundaria, el Ministerio de Energía y Minas elabora de forma anual el Balance Energético Nacional, para lo cual presenta el comportamiento de las energías provenientes de fuentes primarias,⁵ y las derivadas de éstas, las fuentes secundarias.⁶ Dentro de la energía primaria la mayor fuente la constituye la producida por la biomasa, tal y como lo muestra el Balance Energético de Fuentes Primarias de Energía en KBEP, 2022 (Gobierno de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas, 2022), en el cual, el 69.5 % es aportado por la leña y el 16.1% es obtenido del bagazo de caña, conteniendo entre ambos un total de 85.6 % de la energía primaria que se consume en este país (ver comportamiento en KBEP de energía primaria en el cuadro 3). De ahí la importancia de estudiar las energías renovables provenientes de la biomasa.

5. Que no necesitan de procesos de transformación para su utilización

6. A los diferentes productos que provienen de los centros de transformación y cuyo destino son los diversos sectores del consumo y/o centros de transformación; entre ellos está la electricidad, el gas licuado de petróleo, las gasolinas, el keroseno, el diesel oil, el fuel oil, el petCoke y los no energéticos.

Cuadro 3. Oferta de Energéticos Primarios 2022 en KBEP

Actividades	Oferta total (kBEP)	Porcentaje de participación
Petróleo	865.5	1.1
Gas natural	7.44	0.0
Carbón mineral	2745.12	3.4
Hidráulica	5,501.23	6.9
Geotérmica	2042.42	2.6
Biogás	50.61	0.1
Leña	55,567.28	69.5
Bagazo de caña	12,846.82	16.1
Energía solar	136.6	0.2
Energía Eólica	195.39	0.2
Total	79,958.41	100.0

Fuente: Gobierno de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas, 2022.

3.2 La utilización de la leña en Guatemala

La disponibilidad de material dendroenergético constituye una oportunidad para la utilización de la leña dentro de la producción de energía primaria en Guatemala. Es un recurso estratégico para la estabilidad energética nacional. Sin embargo, existen pocos estudios para conocer el comportamiento de la oferta y la demanda de la leña en Guatemala. El primer estudio serio al respecto fue el de Oferta y Demanda de Leña en la República de Guatemala/ Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping, elaborado por INAB, IARNA-URL, FAO/GFP (2012), siendo una de las conclusiones la siguiente:

(...) el consumo de biomasa con fines energéticos (año 2010) se estimó en 15,771,186.97 t secas al año 2010. La oferta total de leña ascendía a 10,045,899 t en base seca anuales y el balance oferta/demanda global arroja un déficit de 5,725,290 t en base seca anuales (pág. 3).

El mismo estudio indica que el 98% del consumo de leña se realiza por el sector residencial y sólo un 2% por parte del sector industrial. Así mismo, que la oferta para el abastecimiento de la leña provenía en un 84% a través de bosques naturales; un 14% por medio de plantaciones y el 1% de la actividad industrial de la madera. Lo cual significaba una presión sobre los remanentes boscosos de Guatemala.

Otros datos que reflejan la magnitud del problema son los reportados por la Cuenta de Bosque, 2001-2014, que estimó una demanda de leña de 27 millones de m³ para el año 2012, equivalentes a 17,606,445.2 t en base seca.⁷ El principal demandante eran los hogares, con un 86.5%. Estos porcentajes indicaron que, para el 2014, el 93% de los hogares rurales y un 50% de los hogares urbanos continuaban consumiendo leña. El documento resalta también, que existe un subregistro entre un 40 a 50% del volumen de leña que demanda la economía y que la actividad podría representar entre 0.3 a un 0.7 del PIB de cada año (URL-IARNA, INAB, WAVES. 2019).

Una actualización sobre el estudio «Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping. Guatemala, FAO/GFP/FACILITY. INAB, IARNA-URL, FAO/GFP. 2012», utilizando ENCOVI 2000-2014 y proyecciones de población 2016 (Alvarado et al., 2016), estimaron que

El consumo total proyectado de leña para el año 2016... es de 31,533,173 m³/año (17,771,674 toneladas de materia seca); lo que representa un aumento del 15.27% comparado con los niveles de consumo del año 2010. Así como...de la

demanda total de leña, 26,163,347 m³/año (14,745,312 ton/año) se consume en áreas rurales, lo que equivale a un 83% del consumo total; mientras que el restante 17%, es decir, 5,369,827 m³/año (3,369,827 ton/año) se consume en las áreas urbanas. (pág. 122)

Tanto los resultados de la Cuenta de Bosque 2001-2014 (URL-IARNA, INAB, WAVES. 2019), como los obtenidos por Alvarado et al., 2016, presentan cifras bastante similares, sobre los niveles de consumo y el porcentaje de participación de los hogares en Guatemala en la utilización de leña. Lo destacable en ambos estudios es la correlación existente entre el crecimiento de la población y el consumo de leña.

Datos conservadores sobre el consumo de leña para la cocción de alimentos en los hogares (54.4%) se presentan en el XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda (INE, 2019). Sin embargo, este es un valor que comprende tanto a hogares urbanos como rurales, por lo que es difícil realizar una comparación.

La población rural en Guatemala satisface sus necesidades de leña, en su mayor parte, a través de procesos de recolección (URL, 2009; INAB, 2015), lo que conduce a una paulatina pero continua degradación de los bosques naturales

7. 0.563586594 t/m³ (INAB, IARNA-URL, FAO/GFP. 2012).

de nuestro país. Son pocos los estudios que abordan la problemática del uso de la leña a nivel nacional, por lo que se debe partir de los escasos datos disponibles.

3.3 Uso de especies de leña en Guatemala.

Un listado exhaustivo sobre el uso de especies de leña en Guatemala puede ser consultado en el Anexo 3, del Inventario Forestal Nacional 2002-2003 (FAO, 2004). Sin embargo, el documento también hace hincapié que las especies preferidas para el consumo de leña y carbón en el país son las del género *Quercus*. Según sus estimaciones, un 28.7 m³/ha, se encontraba como oferta disponible dentro del bosque natural para el año 2003.

Además de lo reportado por el Inventario Forestal Nacional 2002-2003 (FAO, 2004), no existe en Guatemala un estudio que indique el uso de especies de leña a nivel nacional, más que la Guía Técnica de las Especies Forestales más Utilizadas para la Producción de Leña en Guatemala (INAB, FAO/FFF, 2016), enlistadas en el Cuadro 2, de este documento.

Otra referencia podría ser la Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de la Leña 2013-2024 (INAB, 2015).

Sin embargo, en dicha estrategia no se hace mención del uso de especies. Además, sus líneas de acción fueron basadas en el estudio de oferta y demanda de leña (INAB, IARNA-URL, FAO/GFP (2012).

De las estadísticas de los aprovechamientos forestales del INAB y del Sistema de Información para Guatemala (SIFGUA), a través de una consulta de sus bases de datos se puede encontrar información de la oferta de leña derivado del aprovechamiento controlado. Se puede recurrir a diagnósticos territoriales realizados por parte de estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de forma localizada, pero no reflejan un comportamiento a nivel nacional, pero sí son una fuente a nivel local o regional.

3.4 La cobertura forestal para la sostenibilidad del abastecimiento de la leña en Guatemala.

Durante los últimos treinta años se han realizado estudios sobre el comportamiento de la cobertura forestal en Guatemala con metodologías similares, que permiten visualizar el comportamiento histórico sobre los cambios de la cobertura forestal de nuestro país. Según

los valores obtenidos, la tendencia es que seguimos perdiendo bosque. El último de estos informes, reporta que la pérdida neta anual de bosque para el periodo 2016-2020 era de 13,184 ha/año. Aunque esto parece poco, en la realidad no refleja el problema que representa la pérdida bruta de bosque, que es equivalente a 61,098 ha/año (INAB y CONAP, 2023), la cual se

produce en áreas geográficas donde subsiste la vida silvestre de nuestro país y que proveen bienes y servicios ambientales del ecosistema que son de beneficio para la población residente en dichas localidades. En la tabla 1 se presentan los indicadores de la dinámica forestal para Guatemala durante el periodo 1991-2020.

Cuadro 4. Dinámica de cobertura forestal en Guatemala (1991-2020)

Estudio	Periodo en años	Cobertura forestal (ha)	Ganancia (ha)	Periodo Pérdida neta (ha)	Pérdida bruta (ha)	Porcentaje de cobertura boscosa	Porcentaje de deforestación
UVG, INAB, CONAP	1991-2001	4,152,051	19,987	73,148	93,127	38.1	-1.43
UVG, INAB, CONAP, URL-IARNA	2001-2006	3,868,708	53,777	48,084	101,869	35.5	-1.16
INAB, CONAP, UVG, URL	2006-2010	3,722,595	93,432	38,552	131,984	34.2	-1.00
INAB, CONAP, MAGA, MARN, UVG & URL	2010-2016	3,654,303	104,635	18,350	122,985	33.0	-0.50
INAB, CONAP	2016-2020	3,601,567	47,914	13,184	61,098	33.3	-0.37

Nota. La diferencia entre el dato de la superficie de bosque del año final y el del año inicial del siguiente periodo se debe a que cada estudio determina, de manera independiente al periodo anterior, su dato inicial y final con las mismas imágenes. La cobertura forestal del año 2016 fue actualizada según el estudio 2016-2020, realizado por el INAB, CONAP, 2023.

Fuente: Adaptación del Perfam Bosque, 2022.

Los indicadores de la cobertura forestal indican que, en los últimos 30 años, se ha perdido un total de 550,484 hectáreas de bosque natural, equivalente a un 13.2% de lo reportado para el año 1991. Tienen un efecto en la cobertura forestal que pasó de 38.1% en 1991 a 33.3% para 2020. La pérdida bruta de forma anual alcanzó su

máxima expresión durante el periodo 2010-2016, en el cual se reportaron 122,985 hectáreas/año. En lo referente a la tasa de deforestación, ésta ha tenido una tendencia a la baja que de -1.43% en el año base (1991) pasó a -0.37 año 2020. A pesar de que, como ya lo hemos indicado, seguimos perdiendo bosque, se podría asumir

que los programas de reforestación impulsados por el INAB están teniendo efectos positivos en la reversión de la deforestación, o bien, que los remanentes boscosos están cada vez más difíciles de extraer. Por lo tanto, su renta ya no es de beneficio para los explotadores del bosque.

3.5 El mercado de la leña en Guatemala

Existen tres formas de abastecimiento de la leña en Guatemala, las cuales son compra, recolección y una combinación de compra y recolección. Esto tiende a hacer diferente entre la población rural y la población urbana.

En algunas regiones del área rural de Guatemala la leña es un recurso de acceso abierto y no tiene ningún valor comercial, comportamiento que se da en sitios donde la actividad de recolección es lo más común. Por lo regular, el producto se obtiene de residuos de aprovechamientos forestales, en donde el valor de la extracción de la leña y el transporte hacia los centros de consumo para su comercialización no genera ningún rédito. O bien, de actividades de corta, troceo y elaboración de leña, donde el consumidor tiende a obtenerla de bosques naturales propios o ajenos.

El proceso de elaboración de leña, también se combina con el desempleo o espacios cuando la actividad de la agricultura no está demandando mano de obra en las áreas rurales y significa una forma de obtener ingresos para suplir otras necesidades del hogar.

4. Metodología

El estudio se desarrolló en fases siguientes:

Primera fase: Obtención de información secundaria. Se realizó una revisión documental sobre la situación de dendroenergéticos en Guatemala. Por medio de búsquedas en internet que documenten el contexto del estudio.

Segunda fase: obtención de información primaria:

Se efectuó un sondeo en cada una de las regiones forestales del INAB, con el objetivo de identificar preferencias de especies para su consumo como leña a nivel nacional, formas de comercialización, de abastecimiento y precio, según el formulario del Anexo 1. Esto se complementó con estudios puntuales en diferentes regiones de Guatemala.

Tercera fase. Se realizó una revisión de la base de datos de los aprovechamientos de

licencias que aprueban los planes de manejo para bosque natural y de los aprovechamientos que se solicitan para los exentos de licencia forestal autorizados en el INAB⁸ con el objetivo de producción de leña, y de la producción que proviene de la industria de la madera con similar objetivo.

5. Resultados y discusión

5.1 Uso de especies de leña

No existen estudios recientes sobre la potencialidad del uso de especies para leña en Guatemala, por lo que recurrimos al Inventario Forestal Nacional 2002-2003 (FAO, 2004), que reporta un total de 276 especies con potencialidad para su uso como leña, con una preferencia por *Quercus* spp. (Polo, 2015). Otra referencia es la Guía Técnica de Especies

Forestales Nativas para Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala (INAB, 2023), que de las 25 especies que recomienda, 19 se pueden utilizar como leña.

Dentro de las especies reportadas como las de mayor consumo en el sondeo realizado a las regiones del INAB, se encuentran siete que están dentro de las recomendadas para su utilización como energéticas en la Guía Técnica de las Especies Forestales más utilizadas para la producción de leña en Guatemala (INAB, FAO/FFF. 2016), de las cuales, a excepción del nance (*Bursera simaruba*) y capulín (*Prunus capulí*). Además, dentro de la Guía en mención se puede encontrar,

(...) una descripción de sus características sobresalientes de especies clave, su forma de reproducción y su manejo silvicultural, según el contexto social y ambiental de las comunidades rurales. A la vez, se describe la forma de emplear estas especies en el establecimiento de Sistemas

8. Para el caso del INAB, los planes de manejo forestal están regidos por dos tipos de aprobaciones: (A) Los aprovechamientos de bosque natural bajo licencia forestal, que requiere los siguientes requisitos: la presentación de un plan de manejo, tener propiedad o derechos de posesión sobre la tierra, garantizar los compromisos de reforestación y pagar la tasa del 10 % del valor de madera en pie (artículos 48-52, 54-60 de la Ley Forestal, Decreto 101-96 del Congreso de la República de Guatemala). (B) Los aprovechamientos exentos de licencia forestal, dentro de los cuales se encuentran: (I) el descombre, poda, tala y raleo en el cultivo de café, cardamomo, cacao y otros cultivos agrícolas similares; (II) la tala, poda y raleo de plantaciones voluntarias registradas en el INAB; (III) la tala y raleo de plantaciones de árboles frutales; (IV) la poda y raleo de plantaciones obligatorias; y (V) la poda y raleo de sistemas agroforestales (artículo 53 de la Ley Forestal, Decreto número 101-96 del Congreso de la República de Guatemala. (Sandoval, C. 2022).

Agroforestales (SAFs) y plantaciones forestales con fines energéticos. (INAB, FAO/FFF. 2016).

El resto de las especies reportadas en este sondeo, son árboles que no se abordaron dentro de la Guía Técnica de las Especies Forestales más Utilizadas para la Producción de Leña en Guatemala (INAB, FAO/FFF. 2016) para su consumo como energéticas, pero que se utilizan por los hogares de Guatemala, siendo estas, por

ejemplo, el pino y el encino o roble, que son de uso tradicional en nuestro país. Otras especies también mencionadas son las que se presume derivan del aprovechamiento de las plantaciones forestales tales como teca, hule y melina. Respecto al resto de los árboles su preferencia podría ser por su acceso y disponibilidad en bosques de especies latifoliadas como la Santa María y el San Juan (ver las especies reportadas en el sondeo realizado al INAB en el cuadro 5).

Cuadro 5. Especies reportadas para consumo como leña, regiones de INAB, 2024.

Nombre común	Nombre científico	Frecuencia Especie 1	Frecuencia Especie 2	Frecuencia Especie 3
Teca	<i>Tectona grandis</i>	2	1	1
Pino	<i>Pinus spp.</i>	3	4	
Encino	<i>Quercus spp.</i>	3	3	2
Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	2		2
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	2	1	2
Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>	1		
Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	1		
San Juan	<i>Vochisya guatemalensis</i>		1	
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>		1	
Melina	<i>Gmelina arborea</i>		2	
Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>			1
Madre cacao	<i>Gliricida sepium</i>			2
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>			1
Yaje	<i>Leucaena leucocephala</i>			1

Fuente: elaboración propia con base a sondeo realizado a regiones de INAB, 2024.

Nota: las especies resaltadas con amarillo son las que se recomiendan por parte del INAB para su uso energético.⁹

9. Se pueden consultar en la Guía técnica de las especies forestales más utilizadas para la producción de leña en Guatemala. (INAB, 2016).

Se han realizado diagnósticos puntuales sobre el consumo de leña en diferentes regiones de la República de Guatemala, algunos de los cuales mencionaremos a continuación, como el realizado en las comunidades de la aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, dentro del Área Protegida Reserva Forestal Protectora de Manantiales «Cordillera Alux» (RFPMCA), Guatemala. Liere (2018) identificó que el 60.2 % de la población estudiada, refiere que dentro de las especies preferidas para leña están el *Quercus brachystachys* Benth (encino negro) y la combinación de *Cupressus lusitánica* Miller (ciprés) y *Pinus pseudostrobus* Lindl. (pino), en su argumentación aduce que esto se debe a la disponibilidad de las especies en el área y a su facilidad para obtenerlas.

Ponce y García (2017) en un estudio realizado para la agroindustria de cardamomo en los municipios de Cobán y San Pedro Carcha, Alta Verapaz, encontraron que existe preferencia por

las especies de leña con un alto poder calorífico. Por esta circunstancia, su demanda se da por su alta densidad de madera, capacidad para quemarse de manera lenta y una adecuada producción de brasas. Éstas son el tamarindo (*Dialium guianense* (Aubl.) Sand-with, seguido del canchán (*Terminalia amazonia*), y liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*).

Sin embargo, hay que tomar en consideración que el consumo de especies es de acuerdo con el ecosistema en el cual se esté utilizando la leña. Prueba de ello son los resultados obtenidos por Aguilar (2016), quien en su investigación sobre consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomum*), en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, encontró en su investigación 26 especies demandas para leña, dentro de las cuales son 5 especies las de mayor comercialización para uso como energético en esa región, las cuales son descritas en el cuadro 6.

Cuadro 6. Listado de 5 especies de leña más comercializadas y utilizadas, Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz.

No.	Nombre común	Nombre científico	Poder calorífico
1	Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>	4,900 kcal/kg
2	Encino	<i>Quercus spp</i>	4,658 kcal/kg
3	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	5,415 kcal/kg
4	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	5,977 kcal/kg
5	Cadena	<i>Albizia guachapele</i>	4,776 kcal/kg

Fuente: tomado de Aguilar (2016).

Por su parte, Nocioni (2020), en una encuesta realizada para determinar el uso de especies vegetales como energéticas en el Corredor Seco de Guatemala, encontró 11

especies, dentro de las cuales destacan por su importancia: madre cacao, pino, caulote, encino y aripín (ver listado de especies reportadas en el cuadro 7).

Cuadro 7. Frecuencia (Fr.), nombre común, nombre científico, familia y usos de las especies vegetales que recolectan 30 familias del Corredor Seco de Guatemala.

Fr.	Nombre común	Nombre científico	Familia	Usos
14	Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Fabaceae	Leña/ Alimento para ganado/ Tutores/ Sistema agroforestal/ Alimento familiar/ Otros
8	Pino	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede	Pinaceae	Leña/ Construcción/ Sistema agroforestal
5	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Leña
4	Roble	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	Cabos para herramienta/ Alimento familiar
4	Encino	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	Cabos para herramienta
4	Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose) Standl.	Fabaceae	Leña/ Construcción/ Cabos para herramienta/Tutores/ Otros
3	Hawaii	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Leguminosae	Leña
2	Matiliguat	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Bignoniaceae	Leña/ Construcción/ Cabos para herramienta

2	Chaparro	<i>Quercus spp.</i>	Fagaceae	Leña
1	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Leña
1	Yaje	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Mimosaceae	Leña
1	Chacté	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	Leña/ Medicinal
1	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Leña

Fuente: Tomado de Nocioni, M. 2020.

En lo referente al Altiplano de Guatemala, Polo (2015), en un estudio sobre el componente forestal en el marco de la agricultura familiar y economía campesina en los municipios de Acatenango, Santa Apolonia y San Martín Jilotepeque encontró que las especies de mayor demanda para leña son las pertenecientes al género *Quercus* y *Pinus*.

Dentro de la misma región del Altiplano de Guatemala, Marroquín (2020) en su estudio sobre el sistema de secado mecánico del grano de café en pergamino (*Coffea arabica*) utilizado por la cooperativa Acatenango R. L., encontró que la leña utilizada en las calderas era gravilea (*Grevillea robusta*) debido a contener un elevado contenido de materiales volátiles que influye en la temperatura mínima exigida para su combustión completa.

Siempre en la región del Altiplano de Guatemala, Loarca (2017) en su diagnóstico sobre el uso de los recursos forestales en las comunidades: Nuevo Paquisic, Antiguo Xetnamit y Pasacuach del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán y la comunidad de Pacamán del municipio de Nahualá, ambos del departamento de Sololá, en comunidades ubicadas en la jurisdicción de la cuenca del río Nahualate, encontró que son seis las especies principales que cubren las necesidades energéticas de las poblaciones dentro de la microcuenca, siendo estas: *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schldl., *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Cupressus lusitanica* Mill., *Alnus acuminata* Kunth in Humb., *Quercus brachystachys* Benth. y *Quercus seemannii* Liebm.

Por su parte, el estudio realizado para evaluar el consumo de leña y su impacto ambiental en el municipio de Totonicapán, Totonicapán, encontró que dentro de las especies más comunes para su uso energético están el pino blanco y colorado, encino, aliso y hule. También se advierte en el mismo estudio, que las familias consumen de forma mixta hule y pino (CONAP, Rainforest Alliance, Ecologic Development Fund, 2024). Resultados que son muy similares a los obtenidos en el sondeo a las regiones del INAB.

En relación con el consumo de especies utilizadas como leña en el departamento de Petén, se tomó como referencia el uso y comercialización de este producto en el área central de Petén, que comprende los municipios de San Francisco, Santa Ana, San Benito y Flores, que se reportan en el estudio de extracción

y comercialización de leña realizado en el bosque ejidal en el municipio de San Francisco, Petén (Rodriguez, et al, 2021). En el estudio se encontraron 26 especies forestales explotadas en San Francisco, agrupadas en 21 familias, y 36 especies forestales agrupadas en 26 familias, en la aldea San Juan de Dios, del mismo municipio. Entre las principales especies utilizadas en las comunidades mencionadas, se encuentran el Sastanté (*Xylopia frutescens*), el Sacuayún (*Matayba oppositifolia*), el Pasaque o Pasak (*Simarouba glauca*) y el Canxán (*Terminalia amazonia*), por otra parte, de manera aislada se identificó el Palo Jiote o Chacá (*Bursera simaruba*) en el ejido de San Francisco, y el Testap (*Guettarda combsii*) y el Aceituno (*Hirtelia americana*) en San Juan de Dios (Rodriguez, et al, 2021).

La combinación de especies para su mercado fue reportada en seis de las nueve regiones del INAB. En las regiones VI, VIII, IX no se reportó la mezcla de especies para su comercialización. El mercado de especies como el ciprés (*Cupressus lusitanica*), colay, malaqueta (*Pimenta racemosa*) y capulín (*Prunus capuli*), sólo se acostumbra¹⁰ su comercio de forma combinada.

En la Región I, que comprende el área Metropolitana, se reportó la combinación de pino-ciprés y pino-encino. En la Región II, la combinación de especies más frecuentes es la de colay con melina (*Gmelina arborea*) y madre cacao (*Gliricidia sepium*).

En las regiones III, IV y VII es el encino (*Quercus* spp.) en combinación con yaje (*Leucaena leucosephala*), cuje (*Inga spuria*), Pino (*Pinus* spp.), ciprés (*Cupressus lusitánica*), aliso (*Alnus* spp.) y capulín (*Prunus capulí*), lo más demandado en el mercado (ver las diferentes combinaciones para su mercado en el cuadro 8). A pesar de que la combinación de especies no fue reportada por la Región VI en el sondeo a las regiones de INAB, ésta es una costumbre usual de comercialización en la región del altiplano. Sin embargo, existen reportes como el de Cano, A.

(2009), quien, en una descripción de la gestión colectiva de los recursos naturales de la aldea Nueva en San Pedro Pínula, Jalapa, encontró que el 100% de las familias utilizan leña proveniente de las especies de Pino oocarpa Schiede, *Quercus* spp. y *Guazuma ulmifolia*.

5.2 Especies de leña autorizadas por el INAB (oferta controlada).

Se denomina oferta controlada lo que se autoriza por parte del INAB para su aprovechamiento y comercialización, para lo cual se consultó la base de datos de Sistema de Información Forestal de Guatemala (SIFGUA), referente a los aprovechamientos de licencias y exentos para 2023 y lo incorporado al 15 de noviembre del año 2024, autorizado por el INAB. En lo concerniente a licencias, al año 2023 se aprobaron 113,469.62 metros cúbicos para fines de leña, contenidos en 392 especies. En noviembre de 2024, se habían autorizado 87,307.83 metros cúbicos, comprendidos en 352 especies.

10. Esta última recomendada dentro de las Guía Técnica de las Especies Forestales más utilizadas para la Producción de Leña en Guatemala (INAB, FAO/FFF. 2016).

Para determinar las especies de mayor aprovechamiento con fines de leña por medio de planes de manejo forestal para ambos años, se tomó en consideración aquellas cuyo valor de aprovechamiento fuera superior a los 500

metros cúbicos por año, de lo cual resultó que 19 especies se aprovecharon por encima de esta magnitud (para ambos años), siendo los géneros de Quercus y Pinus los más ofertadas (ver figura 1).

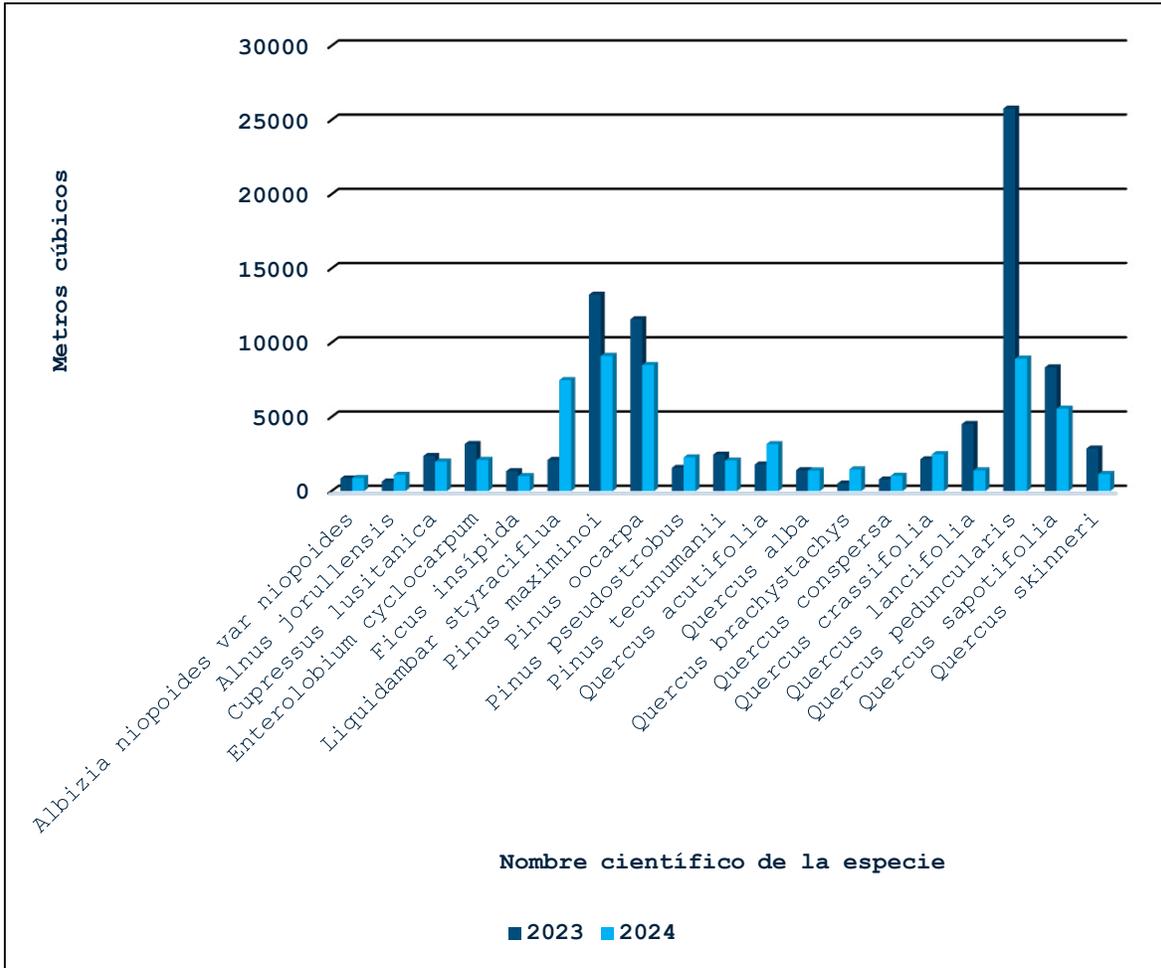
Cuadro 8. Combinación de especies para su comercialización, regiones forestales¹¹ de INAB, 2024.

Región	Especies		
I	Pino, ciprés	Encino, pino	
II			
II-5-1	Colay	Melina	Madre Cacao
II-5-2	Colay	Melina	Madre Cacao
II-5-3	Colay	Melina	Madre Cacao
II-5-4	Madre cacao, malagueta	Colay, hule	Santa maría, laurel
II-5-5	Colay	Melina	Madre cacao
II-5-6	Madre cacao, malagueta	Colay, hule	Santa maría, laurel
II-5-7	Colay	Melina	Madre cacao
II-7	Nance, Laurel	Madre cacao, san juan, palo blanco	
III	Encino, yaje	Encino, cuje	Madre cacao, hule
IV	Encino, pino	Ciprés	
V	Encino, pino	(en blanco)	
VI			
VII	Encinos	Pino	
VII-3	Pino, encino, aliso y capulín		
VIII			
IX			

Fuente: elaboración propia, con base a sondeo regiones de INAB.

11. Para este documento se tomarán las regiones administrativas de INAB que son las siguiente: I. Guatemala; I. Alta Verapaz, Baja Verapaz, e Ixcán (Quiché); III. Chiquimula, Zacapa, Izaba, El Progreso; IV. Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa; V. Chimaltenango y Sacatepéquez; VI. Totonicapán, Sololá, Quezaltenango, San Marcos; VII. Quiché, Huehuetenango; VIII. Petén; IX. Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Coatepeque (Quetzaltenango).

Figura 1. Especies para leña aprovechadas por arriba de los 500 metros cúbicos por medio de licencia, INAB, año 2023 y 2024.



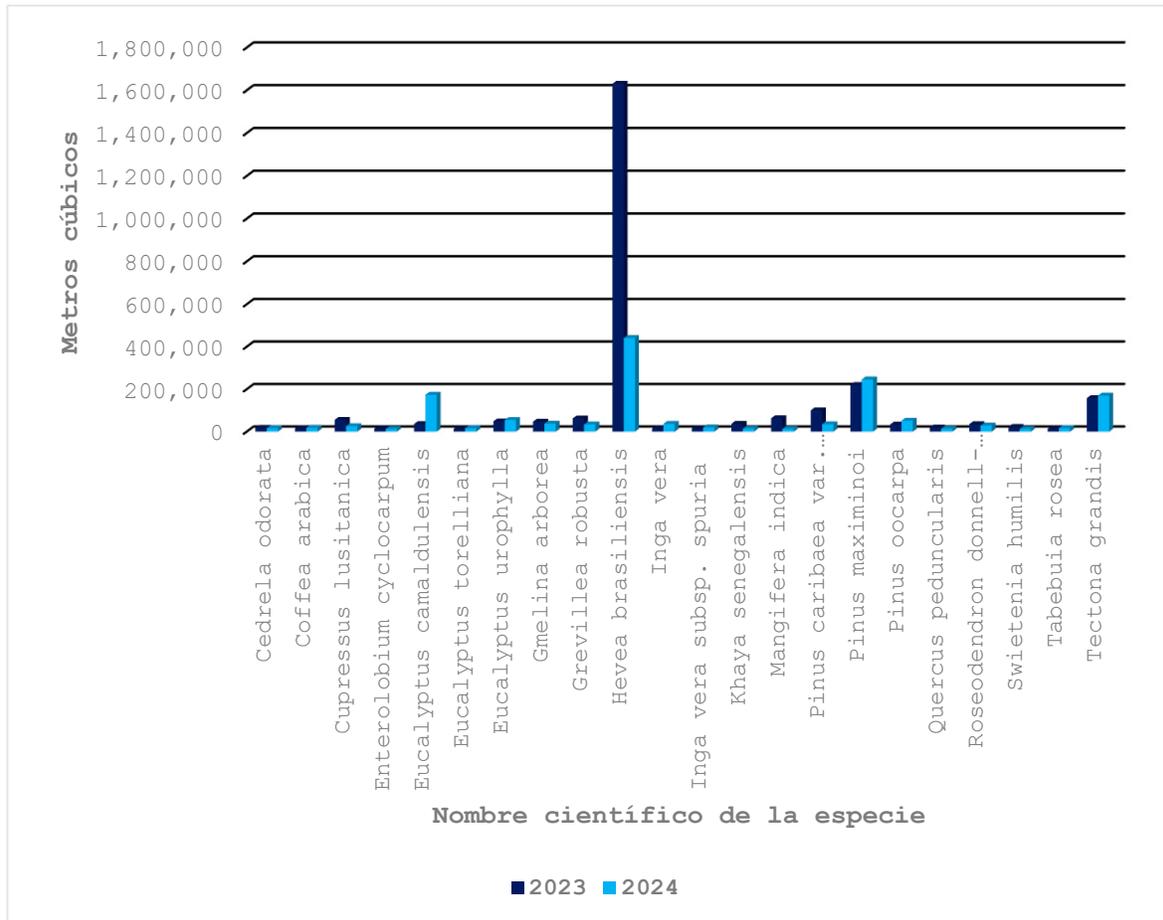
Fuente: elaboración propia con base a datos de SIFGUA.

*Datos al 15 de noviembre de 2024.

Similar ejercicio se realizó con los aprovechamientos exentos, donde se encontraron 401 especies autorizadas para su aprovechamiento como leña para el año 2023, comprendidas en 3,036,072.07 metros cúbicos. Por la magnitud de lo aprovechado se hizo una selección de especies por arriba de 10,000.00 metros cúbicos, resultando 31 especies. En relación con el año 2024, se autorizaron

1,743,791.80 metros cúbicos, contenidos en 363 especies, de las cuales 25 se aprovecharon por arriba de los 10,000 metros cúbicos (ver figura 2). De los resultados obtenidos, la especie de mayor oferta en el mercado de productos controlados para los años 2023 y 2024, es *Hevea brasiliensis*, de lo cual se puede inferir que son plantaciones que han entrado en procesos de renovación.

Figura 2. Especies para leña aprovechadas por arriba de los 10,000 metros cúbicos por medio de aprovechamientos exentos, años 2023 y 2024.



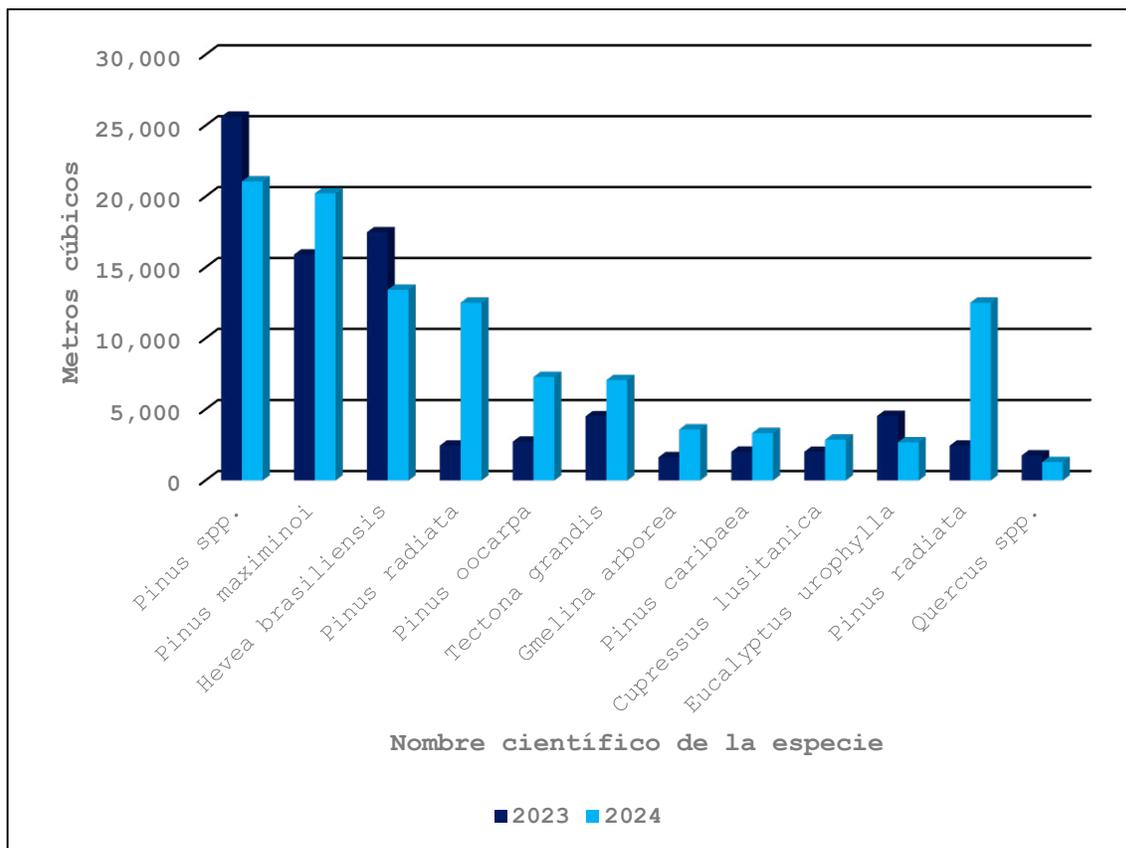
Fuente: elaboración propia con base de datos del SIFGUA.

*Datos al 15 de noviembre de 2024.

Otra fuente de información sobre las especies de leña que se ofrecen en el mercado controlado es la proveniente de la industria de la madera (aserraderos), de lo cual se reportan 253 especies para el año 2023 y 327 especies para el año 2024. Por mucho, la especie con mayor volumen comercializado como leña para el año

2023 es Hevea brasiliensis, en tanto para el año 2024, son las categorizadas dentro del género Pinus spp y por especie Hevea brasiliensis, Pinus maximinoi, Eucalyptus urophylla y Tectona grandis. (ver las diez especies de mayor comercio en la figura 3).

Figura 3. Especies con mayor oferta en el mercado de la leña provenientes del procesamiento en la industria de la madera, 2023.



Fuente: SEINEF-SIFGUA, consultado el 27 de noviembre de 2024.

De la misma forma se procedió para el año 2024, en el cual se seleccionaron las especies que provienen del procesamiento de la industria de la madera que ofrecen al mercado un total de 130,068 metros cúbicos. Las diez especies de mayor comercio se pueden visualizar en el Cuadro 12.

5.3 Mercado de la leña

Para conocer la forma de realizar el mercado de la leña se consultó a las regiones de INAB sobre la característica del leño, la medida para la comercialización y el precio en su región.

En cuanto a la forma y tamaño del leño, lo usual es que este posea 40-44 cms. de largo, siendo la medida menor 30-34 cms. y la mayor 65-69 cms. El ancho más común esta entre los 5 a los 10 cms.

En lo que a precios se refiere, éstos suelen ser muy variables y van a depender de la forma de comercialización, el tipo de especie que se ofrezca como energético y la distancia del centro de obtención con el centro del consumo. Por lo tanto, es posible obtener algunos precios que a nivel rural pueden ser muy bajos inclusive cero (Méndez, B.; Lima, L. 2018), o sea, lo que se conoce como un recurso de acceso abierto. La medida para la comercialización, contrario a lo que se pudiera pensar ésta no es homogénea

a nivel nacional, pues ésta (la leña) se puede comercializar por leño, carga de diferentes dimensiones o tarea, dependiendo de la región.

Un informe del INAB (2012)¹² publicó los precios de la leña en algunas regiones de Guatemala. Como se puede observar los montos van a ser mayores en las áreas donde se tiene escasez del producto, tales como Zacapa, Quetzaltenango y Sacatepéquez, que para ese año superaban los Q.200.00 (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Regiones, especies y precios de la leña, INAB, 2012

Región	Especies	Precio (Q)
Cobán, Verapaz	Alta Encino y arrayan	112.00
Ixcán, Quiché	Lagarto, caspirol, medallo, ujuxte, canxan, rosul, marío y tamarindo	143.00
Zacapa	Pino y encino	300.00
Santa Rosa	Encino, pino colorado, cuje, ciprés, ujuxte y madre cacao	163.00
Sacatepéquez	Aliso, encino, pino, gravilea y ciprés	213.00
Quetzaltenango	Encino, pino colorado, pino rudis, aliso y hule	220.00

Fuente: Elaboración propia con base en Natareno, H. 2012.

En lo concerniente a la Región I, Metropolitana, se obtuvieron rangos de precios que iban de Q.80.00 a Q.120.00 por carga de leña. Se indicó que no es usual que se venda la leña por tarea. Si consideramos que la medida

de una carga en esta región tiene un total de 40 pares de leños (5 cargas hacen una tarea de 400 leños), podemos asumir que el precio de una tarea puede oscilar entre los Q.400.00 a Q.600.00.

12. Se utilizan estos valores por no encontrar referencias más recientes.

El estudio sobre consumo de leña a nivel de hogar en las comunidades de El Ciprés, caseríos El Limón y El Edén del municipio de San Raymundo, Guatemala, encontró que el precio de venta de leña en los depósitos es de Q.1.50 por unidad, es decir que la tarea podría llegar a alcanzar un precio de Q.600.00. Sin embargo, ésta no es la forma usual de comercialización, pues las cantidades que se venden no son mayores a los 15 leños (Samayoa, 2018). Esto es menor, si se compara con la venta que se hace por medio de los supermercados en Guatemala, donde el fajo de tres leños se vende a Q.26.00 (Walmart, 2024).

Según Leire (2018), la forma más habitual de obtención de leña para la población de San Pedro Sacatepéquez es por medio de vendedores ambulantes, quienes venden la tarea de leña a un precio de Q.250.00. Otra forma de compra era por los depósitos locales del municipio en donde el precio de la tarea de leña era de Q.200.00. Estos precios tendieron a ser más conservadores de los reportados por Samayoa (2018) y los del sondeo realizado a los regionales del INAB.

Resultados del sondeo para la Región II del INAB, reportan una variación del valor de una tarea de leña entre Q.100.00 a Q.140.00. Valores similares fueron reportados por Ponce (2017) en su estudio sobre la utilización de leña por la agroindustria del cardamomo en los municipios de San Pedro Carchá y Cobán, Alta Verapaz,

donde encontró que para el año 2016, el precio de la leña era alrededor de Q.100.00 por metro cúbico en Cobán y Q.90.00 para el municipio de San Pedro Carchá. Por su parte, Aguilar (2016) obtuvo resultados muy similares, pues reporta precios que van de aproximadamente Q.124.00 a 130.00 por metro cúbico para la región de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. En esta misma región, Villafuerte (2024), encontró que la leña se comercializaba en un 66% por carga con un precio de Q50.00 (80 leños), con un precio por tarea de Q.150.00.

Valores superiores fueron obtenidos por el estudio desarrollado en la aldea San Rafael Chilascó, Salamá, Baja Verapaz, en el cual se encontró que la leña se comercializaba por una carga, equivalente a 60 leños, ya sea de encino (*Quercus spp.*) o pino (*Pinus spp.*), con un precio promedio de Q.25.00 y Q.35.00 por carga respectivamente (Santos, 2014). De lo anterior, se puede inferir que una tarea de leña (400 leños) pudo haber costado entre Q.165.00 a 235.00 para el pino y el encino respectivamente.

Resultó difícil encontrar una referencia sobre la comercialización de leña para la Región III, que comprende los departamentos de Zacapa, Izabal, Chiquimula y El Progreso, lo más cercano fue el estudio de «Diversidad, Uso y Valoración Cultural de los Encinos de la Región Central, Fase V, el cual comprendió los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y

Escuintla. Se indica, de forma específica para el encino en el año 2019, que los precios oscilaban entre Q.200.00 a Q.400.00 por tarea de leña (Rodas, 2020). Estos valores son superiores a los del sondeo realizado a los regionales del INAB, que indicaron que el precio de una tarea en esa región, oscilaban entre los Q.120.00 a Q.150.00 por tarea de leña.

La Región IV, que comprende los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa, reportó en el sondeo un precio de Q.250.00 a Q.300.00 por tarea de leña. La referencia obtenida es la de Valiente (2017), que reporta un precio de Q.35.00 para 80 leños provenientes de aprovechamientos no controlados. Asumiendo que una tarea contiene 400 leños, el costo de la tarea estaría alrededor de Q.175.00 para el año 2017.

En lo referente a la Región VII del INAB, el sondeo realizado a los regionales de esta institución indicó que el precio de una tarea de leña podía oscilar entre los Q.300.00 a Q.450.00. No se encontraron evidencias recientes para comparar lo manifestado por los regionales. Sin embargo, con el propósito de tener una idea del comercio de la leña en la región, se presentan dos estudios, uno por departamento. En el primero, Natareno (2012), reportó que en ese año el precio era de Q.180.00/tarea de leña en el municipio de San Pedro Jocopilas, Quiché. El segundo se refiere al municipio de

Santa Eulalia, Huehuetenango, en el que para 2013 se estimaba que el precio de una tarea de leña podía oscilar entre Q.200.00 a Q.250.00 (López, 2013).

En el sondeo realizado a las regionales del INAB, no se reportaron precios de la venta de la leña en la Región VIII, la única referencia encontrada sobre el comercio es el estudio sobre la extracción y comercialización de leña: impacto al remanente de bosque ejidal en el municipio de San Francisco, Petén (Rodríguez, et al. 2021), en el cual indican que para 2021, el precio de la leña en el área central de Petén estaba entre 23.00 a 25.00 el ciento de leños. Esto da un aproximado de Q.92.00 a Q.100.00 por una tarea de leña.

Los resultados obtenidos para la Región IX del INAB indican un precio de 185.00 por una tarea de leña. El estudio previo realizado por Hernández, López y Orrego (2016) sobre el consumo de leña en 16 comunidades de la parte baja de cuatro cuencas de los ríos Coyolate, Achiguate, Acomé y María Linda en la vertiente del Pacífico de Guatemala, reportan que, en cuanto a la compra de leña, la mayoría de entrevistados de su muestra manifestó que la adquirió en forma de tarea (49.3%) o de leño (40.6%). El costo promedio por tarea se calculó en Q159.00, mientras que el valor promedio unitario del leño fue de Q0.25. Aceituno (2016) estima que el precio de un metro cúbico de leña en el sector de San José La Máquina, Suchitepéquez,

puede oscilar alrededor de los Q.200.00. Éste no era un precio muy alentador para mantener una actividad de manera sostenible. Ambos valores (Hernández, López y Orrego, 2016 y Aceituno,

2016), tendieron a ser muy coincidentes con lo reportado en el sondeo a los regionales del INAB consignado en el cuadro 14.

Cuadro 10. Precios de la leña, regiones forestales, INAB, 2024.

Región	Departamentos que comprende	Precios Q.
I	Guatemala	400.00 a 600.00
II	Alta Verapaz, Baja Verapaz e Ixcán, Quiché.	100.00 a 140.00
III	Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal	120.00 a 150.00
IV	Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa	250.00 a 300.00
V	Chimaltenango y Sacatepéquez	450.00
VI	Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá	350.00 a 450.00
VII	Quiché y Huehuetenango	300.00 a 450.00
VIII	Petén	ND
IX	Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu	185.00

Fuente: elaboración propia.

ND = No disponible

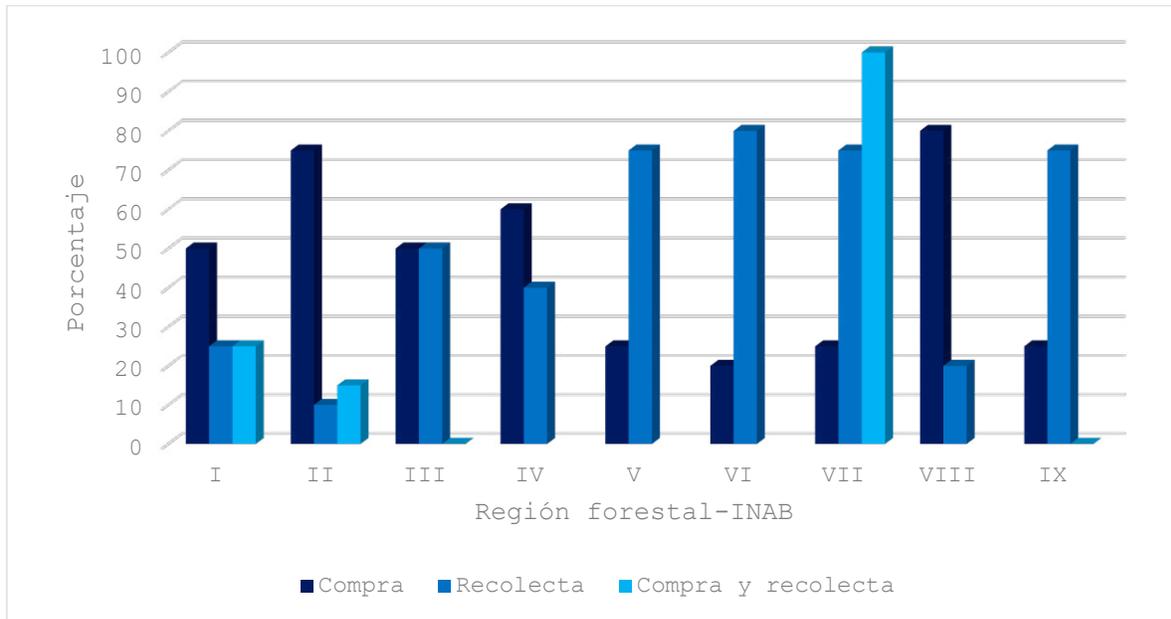


Fotografía 1. Mujeres en tareas de recolección de leña, carretera que conduce a San Raymundo, Guatemala.

En relación con la forma de abastecimiento, en el sondeo realizado a las regiones del INAB se obtuvo que un 48% lo hace mediante compra, otro 47% por medio de

recolección y un 35% por compra y recolecta. Pero esto tiende a ser muy diverso y varía si es para los hogares o para la pequeña industria (ver formas de abastecimiento en el cuadro 13).

Figura 4. Formas de abastecimiento de la leña por región forestal, INAB, 2024.



Fuente: elaboración propia.

Algunos estudios puntuales sobre la forma de abastecimiento de hogares se presentan a continuación. En la Región I se reportó para el municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, que un aproximado de 26% se abastecía mediante la compra a vendedores ambulantes, seguido por la compra en depósitos locales del municipio de San Pedro Sacatepéquez con un 22%, por último, la recolecta en el bosque representa un aproximado de 25% (Leire, 2018). El consumo de

leña a nivel de hogar en las comunidades de El Ciprés, caseríos El Limón y El Edén el municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala se reporta que en términos generales un 68% la compra, 12% compra y recolecta y 20% la recolecta (Samayoa, 2018).

Para la Región II, en el municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz un 77% se abastecía por medio de compra y un 23% por medio de actividad de recolección en

bosques naturales (Villafuerte, 2024). En lo referente a la agroindustria del cardamomo en los municipios de Cobán y San Pedro Carcha del departamento de Alta Verapaz, el estudio de manejo ecoeficiente de la leña encontró que en Cobán un 78% compró, 17% recolectaba y un 6% compraba y recolectó. Para el caso de San Pedro Carcha un 76% compró, 19% recolectaba y un 8% compró y recolectaba (Ponce, J.; García, G., 2017). Otro estudio en el municipio de Salamá, departamento de Baja Verapaz, se reportó que la forma de abastecimiento de la leña era por medio de compra y recolección un 46%, un 32% la compraron y un 22% por recolección.

Para la región del Altiplano de Guatemala, específicamente en los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán y Nahualá, departamento de Sololá, se reportó que la forma de abastecimiento de la leña era de un 33% compra y recolecta, un 27% compra y un 39% recolecta (Loarca, 2017).

En el estudio desarrollado por Hernández, A., López, G. y Orrego, E. (2016), en la parte baja de cuatro cuencas de la vertiente del Pacífico, encontró que la recolección era el medio de abastecimiento de leña más común (43.9%), al cual le seguía la mezcla recolección-compra (32.5%) y el 23.6% de los hogares encuestados la obtuvo únicamente por medio de la compra.

En relación con el uso de tipo de energético en los hogares, se encontró en el sondeo realizado a las regiones del INAB que,

en promedio, en el área rural un 88% utilizó leña, un 10% gas propano y un 4% realizaba una combinación de leña y gas propano para cocinar. En lo relativo al área urbana el 14% utilizó leña, el 79% gas propano y un 18% realizaba una combinación de leña con gas propano para cocinar.

6. Consideraciones finales

El uso de especies para leña tiende a ser variable a nivel de las diferentes regiones de Guatemala. Se puede generalizar que la preferencia de especies para su consumo como energético varía con su disponibilidad y acceso de acuerdo con el tipo de ecosistema para el desarrollo de las actividades de recolección y/o extracción para su autoconsumo o para su venta. Otra característica es la relacionada con el aprovechamiento de plantaciones forestales, tal el caso de especies como la melina, teca y el pino, de las cuales las poblaciones se abastecen de los residuos del aprovechamiento de las plantaciones.

Del sondeo realizado y de la revisión de literatura, se encontraron 36 especies como las preferidas en diferentes regiones de Guatemala (ver listado en Anexo 2). Sin embargo, esto no era concluyente, pues sólo Aguilar (2016) en el estudio de uso de especies para la industria

del cardamomo en Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz, reportó 26 especies para dicha región y Rodríguez et al, (2021), que registró 44 especies demandadas para el área central del departamento de Petén. Así mismo, es necesario tomar en consideración otras referencias como el Inventario Forestal Nacional 2002-2003 (FAO, 2004), que reportaba un total de 276 especies con potencialidad para su uso como leña. Sin embargo, las especies identificadas en este ensayo pueden tomarse como referencia para su promoción según la región en que fueron reportadas.

Otra fuente de referencia de especies que entran al mercado, es la derivada de su aprovechamiento dentro de la actividad controlada por medio de una licencia forestal o de un exento de licencia. De este tipo de gestión se encontró que se autorizaron, por parte del INAB, 392 especies para el caso de las licencias y 401 especies para el caso de los exentos. La especie con el mayor reporte era *Hevea brasiliensis*, lo cual se infiere podía provenir de la renovación de plantaciones.

Un indicativo también son las especies de leña que se ofrecen en el mercado controlado proveniente de su producción en la industria de la madera, de lo cual se reportaron 253 especies en 2023 y 327 especies en 2024. Para lo cual se podían considerar *Hevea brasiliensis*, *Pinus maximinoi*, *Eucalyptus urophylla* y *Tectona grandis*.

De acuerdo con el sondeo realizado con las oficinas regionales del INAB, sobre la combinación de especies para su venta, no se obtuvo respuesta en las regiones VI, VIII, IX, sobre lo cual era necesario realizar mayor indagación.

Los precios de la leña variaron según las diferentes regiones de Guatemala, tal y como lo hemos mencionado, estos fluctuaron de acuerdo con la disponibilidad, acceso y escasez para su obtención, la especie y la distancia del sitio de elaboración a los centros de consumo. Se encontraron valores que oscilaron entre los Q.100.00 por tarea de leña para la región de Alta Verapaz y Petén a Q.600.00 en la región Metropolitana.

En lo referente a la forma de abastecimiento, en el sondeo realizado se obtuvo que un 45% lo hizo mediante compra, otro 50% por medio de recolección y un 28% por compra y recolecta. Pero esto tendía a ser muy diverso y varió si era para los hogares o la pequeña industria.

En relación con el tipo de energético en los hogares, se encontró que en el área rural un 88% utilizaba leña, un 10% gas propano y un 4% realizó una combinación de leña y gas propano para cocinar. En lo relacionado con el área urbana, el 14% utilizó leña, el 79% gas propano y un 18% realizaba una combinación de leña con gas propano para cocinar.

7. Recomendaciones de política pública

Identificar las especies a incentivar según los ecosistemas presentes en cada una de las regiones forestales de Guatemala.

Desarrollar estudios de costo-beneficio a nivel regional para la promoción de plantaciones con fines energéticos bajo el régimen de incentivos forestales.

Incorporar dentro de los programas de incentivos forestales del INAB una escala de montos a incentivar para la producción de árboles con características para su uso como energéticos, de forma diferenciada, de acuerdo con la rentabilidad de la producción.

Determinar los índices de sitio por especie y región forestal.

Propiciar mecanismos de mercado de acuerdo con las condiciones de la región en la cual se incentiva la producción.

Promover estudios para usos alternos de energía accesibles para las poblaciones rurales de Guatemala.

Incidir en la reducción del consumo de leña por medio de la promoción de un programa de incentivos para estufas ahorradoras de leña a nivel nacional, con énfasis en el área rural.

8. Bibliografía

Aceituno, M. (2016). Evaluación de cuatro especies forestales de rápido crecimiento: eucalipto (*Eucalytus camaldulensis*), patamula (*Albizia niopoides*), caulote (*Guazuma ulmifolia*) y laurel (*Cordia alliodora*), para la producción de carbón vegetal en la línea a-13, sector Sis, San José La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala, C. A. Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6016/1/MANUEL%20VICENTE%20ACEITUNO%20SAGASTUME.pdf>

Aga, R. (26 de julio 2024). La Energía; un Bien Esencial y Universal. <https://www.noviasalcedo.es/la-energia-un-bien-esencial-y-universal/>

Aguilar, C. (2016). Consumo de leña en el proceso de secado de cardamomo (*Elettaria cardamomun*), Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Forestal con énfasis en Silvicultura y Manejo de Bosques. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/06/22/Aguilar-Christian.pdf>

- Alvarado, D., Cabrera, H, Leonardo, T., López, R., Mazariegos, J., Rodríguez, J. y Suger, D. (septiembre, 2016). Demanda Residencial de Leña en la República de Guatemala 2016. Nelson Amaro y Robert Guzmán (Editores). II Foro sobre Desarrollo Sostenible, 2016: Desarrollo sostenible, conflictividad social y contaminación ambiental. Universidad Galileo. Guatemala. <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/862/1/6.%20II-FO-RO-SOBRE-DESARROLLO-SOSTENIBLE-A%C3%91O-2016.pdf#page=72>
- Apolinar-Hidalgo, F., Honorato-Salazar, J. Colotl-Hernández, G. (2017). Caracterización energética de la madera de *Acacia pennatula* Schltdl. & Cham. y *Trema micrantha* (L.) Blume. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, Vol. 8. No. 39. México enero/febrero 2017. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322017000100071&script=sci_arttext
- Budowski, G. (1993). Agroforestería: una disciplina basada en el conocimiento tradicional. Revista Forestal Centroamericana. 2.(3). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7158>
- Cano, A. (2009). Descripción de la gestión colectiva de los recursos naturales en el bosque de la aldea Nueva, San Pedro Pínula, Jalapa. Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/9003/1/Alberto%20Ibrahim%20Cano%20Romero.pdf>
- CONAP, Rainforest Alliance, Ecologic Development Fund. (2024). Estudio sobre el consumo de leña y su impacto ambiental a nivel del municipio de Totonicapán. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00ZTV9.pdf
- De Bedia, G., Senilliani, M., Ibáñez, R., Cortez, R. y Chávez, A. (s. f). Leña tipo torta de quebracho blanco y quebracho colorado: su secado natural. Microsoft Word - Eje9_de Bedia_Gonzalo_T1 (2)
- Dendroenergía (31 de julio, 2024). <http://dendroenergia.blogspot.com/p/definicion-de-la-dendroenergia.html>
- Gobierno de Guatemala, Ministerio de Energía y Minas (2022). Balance Energético 2022. <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2023/08/BALANCE-ENERGETICO-2022.pdf>
- Hernández, A., López, G., y Orrego, E. (2016). Consumo de leña en 16 comunidades de la parte baja de 4 cuencas en la vertiente del Pacífico de Guatemala. Instituto de Cambio Climático. <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2023/03/006.pdf>

- INAB, IARNA-URL, FAO/GFP. (2012). Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/Wood fuel Integrated Supply/ Demand Overview Mapping. Guatemala, FAO/GFP/FACILITY, 70 p.
- Instituto Nacional de Bosques (2015). Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024. Serie Institucional ES-002(2015). Guatemala. Págs. 43.
- INAB, FAO/FFF. 2016. Guía técnica de las especies forestales más utilizadas para la producción de leña en Guatemala. Guatemala, Serie Técnica GT-009 (2016). 66 páginas.
- Instituto Nacional de Bosques (2015). Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013 - 2024. Serie Institucional ES-002(2015). Guatemala. Págs. 43.
- Instituto Nacional de Bosques (2023). Guía técnica de especies forestales nativas para restauración del paisaje forestal de Guatemala. Guía técnica sobre recursos genéticos forestales. Serie Técnica GT-050 A (2021). Guatemala. 60 págs.
- INAB, FAO/FFF (2016). Guía técnica de las especies forestales más utilizadas para la producción de leña en Guatemala. Guatemala, Serie Técnica GT-009 (2016). 66 páginas.
- INAB Y CONAP (2023). Estudio de la Cobertura Forestal para el año 2020 y Dinámica de la Cobertura Forestal en el periodo 2016-2020, República de Guatemala. <https://censo2018.ine.gob.gt/>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2019. XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda. Guatemala.
- INE, BANGUAT Y IARNA-URL (Instituto Nacional de Estadística, Banco de Guatemala y Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar. (2013). Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001-2010: Compendio estadístico SCAE, 2001-2010. Guatemala. Autor.
- INCYT URL (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ciencia y Tecnología de la Universidad Rafael Landívar, 2018). Perfil Energético de Guatemala: Bases para el entendimiento del estado actual y tendencias de la energía. Guatemala. <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/03/Perfil-Energetico-de-Guatemala.pdf>
- Leire, M. (2018). Consumo de leña en las comunidades de la aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, dentro del Área Protegida Reserva Forestal Protectora de manantiales «Cordillera Alux» (RFPMCA),

- Guatemala, C. A. Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10244/1/T-03532.pdf>
- Loarca, C. (2017). Diagnóstico, investigación y servicios realizados en el marco del proyecto paisajes productivos resilientes al cambio climático y redes socioeconómicas fortalecidas en Guatemala (PPRCC). Trabajo de graduación para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8872/1/CARLOS%20KENNETH%20LOARCA%20VEL%C3%81SQUEZ.pdf>
- López, R. (2013). Estudio Técnico Preliminar del Área Yaxcalamté, Santa Eulalia, Huehuetenango. Informe de consultoría. https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Estudio-Tecnico-Preliminar-Yaxcalante_Santa-Eulalia.pdf
- Marroquín, E. (2020). Evaluación de la operación del sistema de secado mecánico utilizado por la cooperativa Acatenango R. L. en el secado del grano de café en pergamino (*Coffea arabica*). Trabajo de graduación para optar al título de Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15725/1/Enmer%20Arnulfo%20Marroqu%C3%ADn%20Ju%C3%A1rez.pdf>
- Méndez, B.; Lima, L. (2018). Distribución de productos leñosos y valoración económica para árboles de *Pinus maximinoi* H. E. Moore en Alta Verapaz, Guatemala. Revista Tikalia, Vol. 26 (2) julio-diciembre 2018. <http://cete.fausac.gt/wp-content/uploads/2018/10/TIKALIA-2-2018.pdf#page=32>
- Mendieta, M. y Rocha, L. (2007). Sistemas Agroforestales. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2443/1/nf08m538.pdf>
- Natareno, H. (2012). Importancia de la educación ambiental en el uso racional de la leña en el municipio de San Pedro Jocopilas, departamento de Quiché. Maestría en educación con orientación en medio ambiente. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://www.postgrados.cunoc.edu.gt/tesis/ea4283eb360ec44e-0424f66fd49a6975dc400e39.pdf>
- Nocioni, M. (2020). Recursos botánicos que utiliza la población del Corredor Seco de Guatemala; tablas, recursos y datos etnobotánicos. Trabajo final de máster en Análisis, conservación y restauración de los componentes físicos, bióticos

de los habitas. Universidad de Jaén. Andalucía, España. <https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/13171/1/TFM%20Macarena%20Nocioni.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (31 de julio de 2024). Dendroenergía. <https://www.fao.org/forestry-fao/energy/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004). Inventario Forestal 2002-2003. Departamentos de Montes. Evaluación de los Recursos Forestales.

Polo, K. (2015). Análisis del componente forestal en el marco de la agricultura familiar y economía campesina en los municipios de San Martín Jilotepeque, Acatenango y Santa Apolonia, Chimaltenango, Guatemala. Trabajo de graduación para optar al grado de Máster en Práctica de la Conservación de la Biodiversidad. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8195/Analisis_del_componente_forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ponce, J.; García, G. (2017). Propuesta para el manejo ecoeficiente de leña en la agroindustria del cardamomo y su contribución al desarrollo rural. *Revista Naturaleza, Sociedad y Ambiente* Vol. 4

Año 2017, pp. 1-17. <https://revistacunsurori.com/index.php/revista/article/view/19/19>

Ponce, J. (2017). Propuesta para el manejo ecoeficiente de leña en la agroindustria del cardamomo y su contribución al desarrollo rural en los municipios de San Pedro Carcha y Cobán, Alta Verapaz. Tesis de maestro en Ciencias de Desarrollo Rural. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10764/1/001.%20JUAN%20RAMON%20PONCE%20KRESS.pdf>

Rodas, L. (2020). Diversidad, uso y valoración cultural de los encinos de la región central. Fase V: El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla. Informe final de investigación. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://dev-diciht.unah.edu.hn/media/INF-2019-33.pdf>

Rodriguez, D., Ovando, V., García, E. (2021). La extracción y comercialización de leña: impacto al remanente de bosque ejidal en el municipio de San Francisco, Petén. Informe Final. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puih/INF-2021-65.pdf>

Santos, E. (2014). Estudio del consumo de leña en la aldea San Rafael Chilascó, en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas,

diagnóstico y servicios realizados en la sede subregional (II-1) de Salamá, Baja Verapaz, Guatemala. C. A. Tesis de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2897/1/Sandra%20Elizabeth%20Santos%20Hern%C3%A1ndez.pdf>

Samayoa, J. (2018). Estudio del consumo de leña a nivel de hogar en las comunidades de El Ciprés, caseríos El Limón y El Edén del municipio de San Raymundo, Guatemala, C. A. [Tesis de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10236/1/T-03531.pdf>

Sandoval, César. Bosques. / César Sandoval, Juventino Gálvez y Daniel Pinillos: -- Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Editorial Cara Parens, 2022. 978-9929-54-422-2.pdf

Sistema de Información para Guatemala, SIFGUA.

URL-IARNA, INAB, WAVES. 2019. Cuenta de Bosque 2001-2014. 16 págs.

Valiente, A. (2017). Elaboración de briquetas para aprovechamiento del residuo de arroz en beneficios del municipio de El Progreso, Jutiapa. Tesis de grado para optar al título de Ingeniera Química Industrial. Facultad

de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. https://solvefortomorrowlatam.com/wp-content/uploads/2022/08/GP_2017_Briquete-de-Cisco-de-Cafe_Elaboracion-de-Briquetas-para-aprovechamiento-del-residuo-de-arroz-en-beneficios-del-municipio-de-el-progreso-Jutiapa.pdf

Villafuerte, L. (2024). Consumo de leña a nivel domiciliario y de las Pymes en la zona urbana del municipio de Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Forestal con énfasis en Silvicultura y Manejo de Bosques. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar. Villafuerte-Laura.pdf

Walmart (23 de agosto de 2024) https://www.walmart.com.gt/manejo-de-lena-3-unidades/p?srsItd=AfmBOoqGedNHyrJ-QW0uy1TnvAM_HJuXmCCTUtr-AUL-g7X5Wz9rJIQ0Ij

9. Anexos

Anexo 1. Encuesta a oficinas regionales del INAB-2024.

Iarna-VRP-URL				
Encuesta de leña para determinar el uso más frecuente en Guatemala.				
1	Especies de leña que se consumen en la región (puede ser de unas tres prioritarias),			
			Nombre común	Nombre científico
	Especies de mayor consumo			
	Segunda especie			
	Tercer especie			
2	Se puede dar el caso de un mezcla de especies, si fuera así indicarlo, por nombre común.			
	A.			
	B.			
	C.			
3	Tamaño de leño (largo, grosor más característico),			
	Largo			
	Ancho			
	Altura o grosor			
4	Tamaño de la carga (normalmente son de 40 pares de leños),			
	Si		No	
	Si la respuesta es No de cuantos pares de leño está constituida una carga de leña.			
	Número de pares de leños			
5	Forma de abastecimiento de los hogares, si es más común la recolección indicar como se efectúa.			
			Estimación del porcentaje	
	Compra			
	Recolecta			
	Compra y recolecta			
6	Indicar si hay diferencia entre los hogares urbanos y rurales.			
		Rural (%)	Urbano (%)	
	Leña			
	Gas propano			
	Leña y gas propano			
7	Si compran la leña indicar, precios de la carga o bien de la tarea (si hay variaciones entre especies indicarlo).			
	Precio de carga de leña			
	Precio de una tarea de leña			

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2.

Especies para su uso como leña en Guatemala.

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Teca	<i>Tectona grandis</i>
2	Pino	<i>Pinus spp.</i>
3	Encino	<i>Quercus spp.</i>
4	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>
5	Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>
6	Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>
7	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>
8	San Juan	<i>Vochisya guatemalensis</i>
9	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
10	Melina	<i>Gmelina arborea</i>
11	Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>
12	Madre cacao	<i>Gliricida sepium</i>
13	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
14	Yaje	<i>Leucaena leucocephala</i>
15	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
16	Cadena	<i>Albizia guachapele</i>
17	Pino	<i>Pinus oocarpa Schiede</i>
18	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>
19	Hawaii	<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>
20	Matilisguate	<i>Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.</i>
21	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril L.</i>
22	Chacté	<i>Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth</i>
23	Ciprés	<i>Cupressus lusitánica</i>
24	Capulín	<i>Prunus capuli</i>
25	Colay	
26	Malaqueta	<i>Pimenta racemosa</i>
27	Palo Blanco	<i>Tabebuia donnell-smithii Rose</i>
28	Tamarindo	<i>Dialium guianense (Aubl.) Sand-with</i>
29	Canxán	<i>Terminalia amazonia</i>
30	Gravilea	<i>Grevillea robusta</i>
31	Sastanté	<i>Xylopia frutescens</i>
32	Sacuayún	<i>Matayba oppositifolia</i>
33	Pasaque o Pasak	<i>Simarouba glauca</i>
34	Palo Jiote o Chacá	<i>Bursera simaruba</i>
35	Testap	<i>Guettarda combsii</i>
36	Aceituno	<i>Hirtelia americana</i>

Fuente: elaboración propia.